

COPY PAPERS  
ORIGINALLY FILED

Attorney's Docket No.: 12406-020001 / P2001,0799 US N/MH

2871

#6

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Joerg Blaessing et al.

Art Unit : 2871

Serial No. : 10/055,142

Examiner : Unknown

Filed : January 22, 2002

Title : METHOD FOR PRODUCING AN ORGANIC ELECTROLUMINESCENT  
DISPLAY, AND AN ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED  
JUN -5 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from the following application:

· DE 101 57 945.4, filed November 27, 2001

A certified copy of the application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: May 16, 2002

William E. Booth  
William E. Booth  
Reg. No. 28,933

Fish & Richardson P.C.  
225 Franklin Street  
Boston, Massachusetts 02110-2804  
Telephone: (617) 542-5070  
Facsimile: (617) 542-8906

20424469.doc

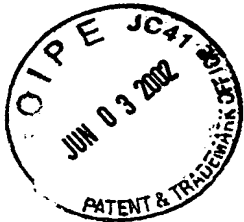
CERTIFICATE OF MAILING BY FIRST CLASS MAIL

I hereby certify under 37 CFR §1.8(a) that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail with sufficient postage on the date indicated below and is addressed to the Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

May 16, 2002  
Date of Deposit

Jennifer Leveille  
Signature

Jennifer Leveille  
Typed or Printed Name of Person Signing Certificate



RECEIVED  
JUN -5 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 57 945.4

**Anmeldetag:** 27. November 2001

**Anmelder/Inhaber:** Osram Opto Semiconductors GmbH & Co OHG,  
Regensburg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung eines organischen,  
elektrolumineszierenden Displays sowie ein organi-  
sches, elektrolumineszierendes Display

**IPC:** H 01 L, H 05 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. Januar 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Wehner

## Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines organischen,  
elektrolumineszierenden Displays sowie ein organisches,  
5 elektrolumineszierendes Display

Auf dem Markt der Flachbildschirme sind heute weitgehend  
sogenannte Flüssigkristallanzeigen (LC-Displays) dominant.  
LC-Displays zeichnen sich durch kostengünstige  
10 Herstellbarkeit, geringe elektrische Leistungsaufnahme,  
kleines Gewicht und geringen Platzbedarf auf. Daneben weisen  
LC-Anzeigen allerdings auch Nachteile auf, die vor allem  
darin bestehen, daß diese Bildschirme nicht selbstemittierend  
sind und daher nur bei passenden Umgebungslichtverhältnissen  
15 abzulesen oder zu erkennen sind.

Seit 1987 haben sich Anzeigen auf der Basis organischer  
Leuchtdioden (Organic Light Emitting Diodes, OLED's) einen  
Namen gemacht. Diese bestehen im Prinzip aus  
20 elektrolumineszierenden organischen Schichten, die zwischen  
zwei Elektroden angeordnet sind. Wird ein elektrisches  
Potential an die Elektroden angelegt, so kommt es aufgrund  
von Rekombinationen zwischen Elektronen und „Löchern“, die in  
die organischen Schichten injiziert werden, zur Emission von  
5 Licht. Aufgrund der Selbstemissivität der OLEDs entfällt bei  
ihnen die Notwendigkeit einer Hinterleuchtung, die häufig bei  
LC-Displays notwendig ist. Dadurch wird der Platzbedarf und  
die elektrische Leistungsaufnahme der OLEDs erheblich  
reduziert. Die Schaltzeiten liegen im Bereich einer  
30 Microsekunde und sind nur gering temperaturabhängig, was den  
Einsatz für Videoapplikationen ermöglicht. Der Ablesewinkel  
beträgt nahezu 180°. Polarisationsfolien, wie sie bei LC-  
Displays erforderlich sind, entfallen zumeist, so daß eine  
größere Helligkeit der Anzeigenelemente erzielbar ist. Ein  
35 weiterer Vorteil ist die Verwendbarkeit flexibler und nicht  
planarer Substrate.

Als erste Elektrode (Anode) wird in den meisten Fällen bei den OLEDs eine transparente Elektrode aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) verwendet. ITO wird in der Regel großflächig auf ein Substrat, das meistens transparent ist, aufgebracht und anschließend durch einen photolithographischen Prozeß mit anschließendem Ätzen mit HBr strukturiert, wodurch die gewünschte Form der Elektroden erzeugt wird. Für die Verwendung als Passiv-Matrix-Display werden in der Regel Elektroden in Form von parallelen Elektrodenstreifen strukturiert.

Für spezielle Anwendungen, z.B. bei vollfarbigen Displays können sich zwischen dem Substrat und den ITO Elektrodenstreifen noch zusätzliche Schichten z. B. Farbfilter befinden. Anschließend werden auf die strukturierte Anode die funktionellen, organischen Schichten aufgebracht. Bei Schichten, die aus niedermolekularen Systemen, wie z.B. Hydroxyquinolin-Aluminium-III-salzen bestehen, geschieht dies in der Regel durch einen thermischen Verdampfungsprozeß unter Vakuum. Werden elektrolumineszierende Polymere verwendet, so können die funktionellen Schichten durch großflächige Beschichtungsverfahren aus Lösung, z. B. Rakeln, Spin-coating oder spezielle Druckverfahren z. B. Siebdruck oder den Tintenstrahldruck aufgebracht werden. Aus der Druckschrift EP 0 892 028 A 2 ist bekannt, mittels eines kontaktlosen Tintenstrahldruckverfahrens funktionelle Polymere in die Fenster einer Fensterschicht aufzubringen, die die Bildpunkte definieren. Mittels dieses kontaktlosen Druckverfahrens lassen sich auch mehrschichtige funktionelle Schichten realisieren. Aus der Druckschrift WO 99/07189 sind eine Reihe von Standard-druckverfahren, z.B. Rollendruckverfahren, Offsetdruckverfahren sowie Siebdruckverfahren zum Aufbringen von elektrolumineszierendes Polymeren bekannt.

Auf die organischen elektrolumineszierenden Schichten kann anschließend die zweite Elektrode, die Kathode, typischer-

weise durch Aufdampfen durch eine Schattenmaske hindurch aufgebracht werden. Aufgrund der Handhabbarkeit dieser Masken sind die darstellbaren Kathodenstrukturen in ihrer Größe, in ihrer Form und ihrem Abstand limitiert. Um dieses Problem zu  
5 umgehen, werden für verschiedene Anwendungen, z. B. Passiv-Matrix-Displays parallele Reihen von streifenförmigen Stegen mit Abrißkanten aus Photolack auf den ersten Elektrodenstreifen aufgebaut, wie z.B. in der Druckschrift EP 0 910 128 A2 offenbart ist. Durch die Form und die Position dieser  
10 streifenförmigen Stege lassen sich senkrecht zu den Anodenstreifen parallele Kathodenbahnen mit definierter Breite und Abstand dadurch erzeugen, daß eine Metallschicht großflächig aufgedampft und anschließend an den Abrißkanten der streifenförmigen Stege abreißt, so daß die Kathodenstreifen  
15 erzeugt werden. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß ein zusätzlicher Prozeßschritt, nämlich die Strukturierung der streifenförmigen Stege notwendig ist.

Aus den Druckschriften WO 99/39373 und WO 99/43031 ist  
20 bekannt, die Elektroden mittels eines kontaktlosen Tintenstrahl-druckverfahrens herzustellen. Dieses Verfahren ist jedoch sehr langsam und daher sehr kostenintensiv. Weiterhin ist es sehr schwierig mittels des Tintenstrahl-druckverfahrens homogene Elektrodenschichten mit einer  
5 definierten Schichtdicke zu erzeugen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Herstellungsverfahren für organische Leuchtdioden, insbesondere Displays, anzugeben, das die oben genannten Nachteile vermeidet.

30 Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie nach diesem Verfahren hergestellte Displays sind Gegenstand von Unteransprüchen.

35 Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren wird in einem ersten Verfahrensschritt A) eine erste Elektrodenschicht auf

einem Substrat erzeugt. Zumindest eine funktionelle, organische Schicht wird in einem Verfahrensschritt B) auf der ersten Elektrodenschicht erzeugt. In einem Verfahrensschritt C) wird eine zweite Elektrodenschicht auf der funktionellen Schicht erzeugt, wobei zumindest eine der Elektrodenschichten oder beide Elektrodenschichten mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens großflächig auf dem Substrat erzeugt werden.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die Elektrodenschichten in einem einzigen Prozeßschritt mittels der kontaktbehafteten Druckverfahren erzeugt werden können. Somit sind keine zeit- und kostenaufwendigen Hochvakuum-schritte mehr nötig, in denen die Elektrodenschichten  
15 aufgedampft werden müssen. Weiterhin ist es möglich, mittels der kontaktbehafteten Druckverfahren innerhalb kurzer Zeit große Flächen auf dem Substrat mit den Elektrodenschichten zu bedrucken.

20 Unter kontaktbehafteten Druckverfahren werden hier alle großflächigen Druckverfahren verstanden, bei denen derjenige Teil einer Druckvorrichtung, der für den Übertrag der Elektrodenschichten verantwortlich ist, also beispielsweise eine Druckwalze oder ein Sieb, in Kontakt mit der zu  
25 bedruckenden Fläche steht. Wird die erste Elektrodenschicht gedruckt, so steht dieser Teil der Druckvorrichtung in Kontakt mit dem Substrat. Wird dagegen die zweite Elektrodenschicht gedruckt, so kontaktiert die Druckvorrichtung die elektrolumineszierenden Schichten. In

30 Frage kommen eine ganze Reihe von Druckverfahren mit Ausnahme des kontaktlosen Tintenstrahldruckverfahrens. Zu nennen sind der Flexodruck, bei dem flexible Druckvorlagen, bspw. aus Gummi oder aus Kunststoff verwendet werden können. Weiterhin lassen sich Durchdruckverfahren, z.B. das Siebdruckverfahren  
35 oder der Schablonendruck, verwenden, bei denen der Druck durch eine Druckform hindurch erfolgt, die aus einer Schablone aus einem farbdurchlässigen Material besteht.

Möglich ist auch der Tampondruck und der Thermotransferdruck, bei dem elektrische Signale in Wärme umgewandelt werden, die wiederum auf einem Aufzeichnungsmaterial eine zu druckende Struktur erzeugt. Weiterhin kommen noch Flachdruck sowie  
5 Hoch- und Tiefdruckverfahren in Betracht. Beim Flachdruck, z. B. dem Offsetdruck, wird von einer Druckform, z.B. einer Walze, gedruckt, deren druckende und nicht druckende Teile praktisch in einer Ebene liegen. Beim Tief- oder Hochdruck wird von einer Druckform gedruckt, deren druckende Teile im  
10 Vergleich zum Rest der Walze entweder vertieft oder erhöht sind.

Die erste und zweite Elektrodenschicht können dabei mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens strukturiert in Form von  
15 Elektrodenstreifen aufgebracht werden, die quer zueinander verlaufen, so daß auch für Passiv-Matrix-Displays geeignete Elektroden gedruckt werden können. Der Vorteil dieser Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß mittels der genannten kontaktbehafteten Druckverfahren die  
20 Herstellung und die Strukturierung der Elektrodenstreifen besonders vorteilhaft in einem Verfahrensschritt erfolgen können, bzw. daß keine separate Strukturierung mehr erforderlich ist. Weiterhin sind auch keine aufwendigen Aufdampfungsschritte durch Schattenmasken hindurch mehr  
25 nötig.

Die funktionellen Schichten können dabei eine Flüssigkristallmatrix, oder organische elektrolumineszierende Materialien umfassen, da das erfindungsgemäße Verfahren  
30 sowohl zur Herstellung von Flüssigkristalldisplays als auch zur Herstellung von organischen Leuchtdioden mit einer einzigen leuchtenden Fläche und OLED-Displays mit einer Matrix aus Bildpunkten zu verwenden ist.

35 Als druckbare Materialien für die Elektrodenschichten können in dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Reihe von Metallpasten, Metalloxidpasten oder elektrisch leitfähige

Polymere eingesetzt werden. Als Metallpasten lassen sich bspw. Lotpasten mit Zinn, Blei oder Silber einsetzen, die zur Anpassung der Viskosität Flußmittel bspw. höhere Alkohole wie Glykolether enthalten. Weitere Bestandteile z. B. Harze, können ebenfalls die Druckbarkeit beeinflussen. Als Metalloxidpasten kommen bspw. Pasten auf der Basis von Indium-Zinn-Oxid in Betracht. Möglich ist es auch, nicht nur zinndotiertes Indium-Oxid sondern auch zinkdotiertes Indium-Oxid (IZO) zu verwenden. Als elektrisch leitfähige Polymere können bspw. Polyanillin (PANI) Polyethylenedioxythiophen (PEDOT) oder Gemische aus PEDOT und Polystyrolsulfonsäure (PSS) verwendet werden. In der Regel wird eine flüssige oder viskose Phase, die diese elektrisch leitfähigen Polymere und beliebige organische Lösungsmittel bspw. Methylbenzole wie Xylol oder Toluol enthält, als druckbares Material eingesetzt, wobei nach dem Drucken das Lösungsmittel verdampft.

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß nur im Verfahrensschritt A) die erste Elektrodenschicht oder die ersten Elektrodenstreifen mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens erzeugt werden. Die zweite elektrisch leitende Schicht oder die zweiten Elektrodenstreifen werden dann im Verfahrensschritt C) durch eine Schattenmaske hindurch aufgedampft. Diese Variante hat den Vorteil, daß auf die mechanisch empfindlichen, elektrolumineszierenden Schichten keine weitere Elektrodenschicht aufgedruckt wird, sondern besonders schonend aufgedampft wird.

In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden vor dem Verfahrensschritt C) und/oder B) in einem separaten Verfahrensschritt B1) Abstandhalter erzeugt. Die Abstandhalter werden dabei so angebracht, daß der für den Übertrag der zweiten Elektrodenschicht auf die elektrolumineszierenden Schichten im Verfahrensschritt C) verantwortliche Teil der Druckvorrichtung nur die Abstandhalter kontaktieren kann, aber nicht die bereits aufgebrachten



mechanisch leicht zu beschädigenden elektrolumineszierenden Schichten. Es ist dabei möglich, daß die Abstandhalter vor dem Aufbringen der funktionellen Schichten auf dem Substrat und auf der ersten Elektrodenschicht erzeugt werden, oder  
5 nach dem Verfahrensschritt B) direkt auf den funktionellen Schichten erzeugt werden. Die Abstandhalter werden vorteilhafterweise so strukturiert, daß ihr maximaler Abstand kleiner ist als die kleinste horizontale Abmessung des für den Übertrag des Elektrodenmaterials verantwortliche Teil der  
10 Druckmaschine. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß bspw. eine Druckwalze zwischen die eventuell zapfenförmig ausgebildeten Abstandhalter fällt und sich dadurch in die bereits aufgebraachte funktionelle Schicht eindrückt und diese beschädigt. Die Abstandhalter lassen sich bspw. in Form von  
15 Zapfen oder streifenförmigen Stegen strukturieren.

Die Abstandhalter können mit einer Reihe von Standarddruckverfahren strukturiert aufgedruckt werden, oder aus einem positiven oder negativen Photolack strukturiert  
20 werden. In diesem Fall wird der Photolack großflächig aufgebracht und anschließend durch eine Maske hindurch belichtet und dann entwickelt.

Weiterhin kann auch in einer weiteren Ausgestaltung des  
25 erfindungsgemäßen Verfahrens die funktionelle Schicht im Verfahrensschritt B) mittels eines Druckverfahrens erzeugt werden. In Frage kommen dabei die oben genannten kontaktbehafteten Druckverfahren, aber auch kontaktlose Druckverfahren wie bspw. das Tintenstrahldruckverfahren. Vor  
30 allem die kontaktbehafteten Druckverfahren haben den Vorteil, daß in kurzer Zeit große Flächen mit dem funktionellen Schichten besonders einfach und kostengünstig bedruckt werden können. Weiterhin ist es möglich, daß die funktionellen Schichten aufgeschleudert werden, z. B. mittels Spincoating.

35

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Verfahrensschritt A)

erste Elektrodenstreifen mittels der kontaktbehafteten Druckverfahren auf dem Substrat erzeugt. In einem separaten Verfahrensschritt B2) werden dann vor den Verfahrensschritten B) und/oder C) streifenförmige Stege mit überhängenden

5 Kantenformen strukturiert, die quer zu den ersten Elektrodenstreifen verlaufen. Im Verfahrensschritt C kann dann eine Metallschicht großflächig auf das Display aufgebracht werden, bspw. durch Aufdampfen wobei diese Metallschicht an den überhängenden Kantenformen der Stege  
10 abreißt, so daß die zweiten Elektrodenstreifen gebildet werden.

Werden die zweiten Elektrodenstreifen entweder durch die streifenförmigen Stege mit den überhängenden Kanten oder  
15 durch Aufdampfen durch eine Schattenmaske hindurch aufgebracht und strukturiert, so kann als Material für die Elektrodenstreifen Metall verwendet werden. In Betracht kommen vor allen unedle Metalle, bspw. Calcium, Barium oder Magnesium. Diese Metalle haben den Vorteil, daß sie eine  
20 relativ niedrige Austrittsarbeit von ungefähr 3 Elektronenvolt aufweisen, die besonders effektiv ein Injizieren von Ladungen in die elektrolumineszierenden Polymere ermöglicht.

35 Weiterhin ist es möglich, ein transparentes Substrat, bspw. aus Glas oder Kunststoff zu verwenden und dann im Verfahrensschritt A) eine transparente elektrisch leitfähige erste Elektrodenschicht oder Elektrodenstreifen aufzudrucken. In diesem Fall wird das durch Elektrolumineszenz erzeugte  
30 Licht durch die transparente erste Elektrode und das transparente Substrat hindurch abgestrahlt. Als Material für diese Elektroden kommen dann vor allen Dingen Indium-Zinnoxid-Pasten, sowie die elektrisch leitfähigen Polymere, z.B. PEDOT in Betracht.

35

Werden die bereits erwähnten Abstandhalter aufgebracht, so leuchten diese Bereiche später nicht, da hier die

elektrolumineszierenden Schichten keinen Kontakt zu beiden Elektroden haben können. Aus diesem Grunde ist es bei großflächigen Leuchtdioden, die keine Matrix aus Bildpunkten sondern eine einzige durchgehende Diode aufweisen, vorteilhaft, im Falle einer Lichtabstrahlung durch ein transparentes Substrat und einer auf dem Substrat angeordneten transparenten ersten Elektrode, das Substrat auf der dem Betrachter zugewandten Seite zumindest in Teilbereichen zu mattieren. Die Mattierung wird durch mikroskopisch kleine Vertiefungen in der Oberfläche erzeugt. Jede solche Vertiefung wirkt für sich als Streuzentrum für das emittierte Licht. Durch die diffuse Verteilung des Lichts und die damit verbundene Homogenisierung der Lichtabstrahlung können die dünnen Abstandhalter für den Betrachter des fertigen Displays quasi „unsichtbar“ gemacht werden. Verwendet man als transparentes Substrat bspw. Glasplatten, so können diese durch Sandbestrahlung aufgeraut und dadurch mattiert werden. Die Mattierung kann zu jedem Zeitpunkt während des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgen.

20

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Verfahren anhand von Figuren und Ausführungsbeispielen noch näher erläutert werden.

25

Die Figuren 1 - 7 zeigen schematisch verschiedene Verfahrensstufen einer besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens.

30

In Figur 1 ist zu sehen, wie auf einem Substrat 1 mittels einer Walze 6 strukturiert erste Elektrodenstreifen 5 aufgebracht werden (Verfahrensschritt A). Dabei können die druckenden Bereiche der Druckwalze 6 bspw. erhöht sein (Hochdruckverfahren).

35

In Figur 2 ist das Substrat 1 mit den ersten Elektrodenstreifen 5 nach dem Verfahrensschritt A) zu sehen.

Figur 3 zeigt den zusätzlichen Verfahrensschritt B1), in dem Abstandhalter 15 senkrecht zu den ersten Elektrodenstreifen 5 aufgebracht werden. Wie bereits erwähnt, können diese Abstandhalter entweder aufgedruckt werden, oder aus einem positiven oder negativen Photolack mittels Belichtung z.B. durch eine Maske hindurch strukturiert werden. Die Abstandhalter 15 werden vorteilhafterweise so strukturiert, daß deren vom Substrat 1 weiter entfernte Bereiche einen kleiner werdenden Querschnitt aufweisen, also keine überhängende Kantenform zeigen. Dies hat den Vorteil, daß es dadurch möglich ist, die zweiten Elektrodenstreifen großflächig durch eine Schattenmaske aufzudampfen, ohne daß diese an den Abstandhaltern abreißen. In der hier gezeigten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, in der die zweiten Elektrodenstreifen zwischen diese Abstandhalter gedruckt werden, ist es nicht notwendigerweise wichtig, daß die Abstandhalter keine überhängenden Strukturen aufweisen.

Figur 4 ist der Verfahrensschritt B) gezeigt. Dabei wird mittels der Walze 6 das mit einem Lösungsmittel versehene Material für die druckfähigen elektrolumineszierenden Schichten 20A auf das Substrat großflächig aufgedruckt. Da unmittelbar nach dem Aufbringen die Schichtdicke der funktionellen Schicht, bspw. 5  $\mu\text{m}$ , in der Regel größer ist, als die maximale Höhe der Abstandhalter, die 2  $\mu\text{m}$  betragen kann, sind die Erhebungen der Abstandhalter vollständig von der noch nicht getrockneten funktionellen Schicht bedeckt, so daß eine ebene Fläche auf dem Substrat entsteht.

In Figur 5 zeigt die Anordnung mit der funktionellen Schicht 20, z.B. mit einer elektrolumineszierenden Schicht nach dem Trocknen. Da die druckfähigen funktionellen Schichten einen sehr hohen Anteil an Lösungsmittel enthalten (bis zu 99 %) schrumpfen diese Schichten während des Trocknungsprozesses aufgrund der Verdunstung der Lösungsmittel erheblich. So reduziert sich die Schichtdicke der elektrolumineszierenden Schicht während des Trocknens bspw. von 5  $\mu\text{m}$  auf etwa 75 nm.

Dadurch wird gewährleistet, daß die Abstandhalter eine größere Höhe als die bereits aufgebrachte funktionelle Schicht aufweisen und so ihre Funktion während des Aufbringens der zweiten Elektrodenstreifen im

5 Verfahrensschritt C) erfüllen können.

In Figur 6 ist der Verfahrensschritt C) gezeigt, bei dem mittels der Walze 6 die zweiten Elektrodenstreifen 25 strukturiert zwischen die Abstandhalter 15 senkrecht zu den

10 ersten Elektrodenstreifen 1 gedruckt werden. Dabei verhindern die Abstandhalter 15, daß die Walze 6 in direkten Kontakt mit den elektrolumineszierenden Schichten 20 kommt und diese schädigt. Da aber gleichzeitig die Dicke der zu übertragenden zweiten Elektrodenstreifen auf der Walze 6 größer ist als die

15 Höhe der Abstandhalter 15 kommt es nach wie vor zu einem Übertrag des Elektrodenmaterials auf die elektrolumineszierenden Schichten 20.

In Figur 7 ist das OLED-Display nach dem Verfahrensschritt C) zu sehen. Die zweiten Elektrodenstreifen 25 befinden sich dabei zwischen den Abstandshaltern 15.

20

#### Ausführungsbeispiel 1

#### 25 Passiv-Matrix-Display

Auf einem transparentem Substrat wird mittels Siebdruck Polyanillin derart aufgedruckt, so daß parallele erste Elektrodenstreifen mit einer Breite von 300  $\mu\text{m}$  und einem

30 Abstand von 30  $\mu\text{m}$  sowie einer Höhe von 1  $\mu\text{m}$  entstehen. Auf die ersten Elektrodenstreifen werden anschließend zwei Schichten aus funktionellen elektrolumineszierenden Polymeren aufgeschleudert bzw. aufgedruckt. Abschließend werden senkrecht zu den ersten Elektrodenstreifen parallele zweite

35 Elektrodenstreifen eines Metalls niedriger Austrittsarbeit z.B. Zink mit einer Breite von 300  $\mu\text{m}$  und einem Abstand von 30  $\mu\text{m}$  aufgedruckt. Als druckbares Material wird dabei eine

Zinkpaste eingesetzt. Die Kreuzungspunkte von ersten und zweiten Elektrodenstreifen definieren die leuchtenden Pixel (Pixelfläche ca.  $300 \times 300 \mu\text{m}^2$ ).

## 5 Ausführungsbeispiel 2

Vollfarbiges Display mit Farbfiltern.

Auf ein transparentes Substrat werden Farbfilter strukturiert aufgebracht. Dabei werden 3 verschiedenfarbige Farbfilter, rot, grün und blau so angeordnet so daß sie 3 Subpixel für einen Farbpixel definieren. Die drei Subpixel bilden jeweils einen Bildpunkt, dessen Farbe sich additiv aus den Farben der Subpixel zusammensetzt, so daß sich jede darstellbare Mischfarbe erzeugen läßt. Mittels Tampondruck kann auf die Farbfilter eine Mischung aus PEDOT und PSS so aufgedruckt werden, daß parallele erste Elektrodenstreifen mit einer Breite von  $70 \mu\text{m}$  und einen Abstand von  $30 \mu\text{m}$  entstehen. Durch das strukturierte Aufdrucken der ersten Elektrodenstreifen kann erfindungsgemäß besonders vorteilhaft ein herkömmliches Strukturieren der ersten Elektrodenstreifen z.B. mit reaktiven Chemikalien wie Brom-Wasserstoff (HBr) vermieden werden, das die Farbfilter schädigen würde.

Auf die ersten Elektrodenstreifen werden mehrere Schichten aus kleinen elektrolumineszierenden Molekülen, bspw. Aluminium-Hydroxyquinolin-III-salzen im Vakuum aufgedampft. Anschließend wird eine dünne, ca.  $1 \text{ nm}$  dicke Schicht aus Lithiumfluorid aufgedampft.

30

Anschließend werden senkrecht zu den ersten Elektrodenstreifen mittels Siebdruck parallele zweite Elektrodenstreifen einer Silberleitpaste mit einer Breite von  $270 \mu\text{m}$  und einem Abstand von  $30 \mu\text{m}$  als Kathode aufgedruckt.

35 Die Kreuzungspunkte von erstem Elektrodenstreifen, der Anode und den zweiten Elektrodenstreifen, der Kathode definieren die vollfarbigen, leuchtenden Pixel des Displays (Fläche ca.

270 x 270  $\mu\text{m}^2$ , Subpixel je 70 x 270  $\mu\text{m}^2$ ). Die Zwischenschicht aus Lithiumfluorid zeigt dabei in Verbindung mit einem Kathodenmaterial mit hoher Austrittsarbeit z. B. Aluminium oder Silber sehr gute Elektroneninjektionseigenschaften für  
5 die elektrolumineszierenden Polymere. Die Zwischenschicht aus Lithiumfluorid ist dabei so dünn, daß sie unstrukturiert aufgedampft werden kann ohne die Eigenschaften der strukturiert aufgedruckten Kathode zu beeinflussen.

- 10 Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die hier konkret beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So ist es bspw. möglich, nur eine der Elektroden Schichten oder Elektrodenstreifen mittels der kontaktbehafteten Druckverfahren aufzubringen und bei den anderen  
15 Elektrodenstreifen andere Druckverfahren, oder andere bereits oben erwähnte Verfahren einzusetzen. Weiterhin ist es möglich, andere druckfähige, elektrisch leitfähige Materialien mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zu drucken.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Displays mit den Verfahrensschritten:

5 A) eine erste Elektrodenschicht wird auf einem Substrat (1) erzeugt,

B) zumindest eine funktionelle Schicht (20) wird auf der ersten Elektrodenschicht erzeugt,

10 C) eine zweite Elektrodenschicht wird auf der funktionellen Schicht erzeugt,

- wobei die erste und/oder zweite Elektrodenschicht mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens großflächig auf dem Substrat erzeugt wird.

15 2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem die erste und zweite Elektrodenschicht strukturiert in Form von Elektrodenstreifen (5) und (25) quer zueinander aufgebracht werden.

20 3. Verfahren zur Herstellung eines organischen, elektrolumineszierenden Displays nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem im Verfahrensschritt B) organische, elektrolumineszierende Materialien als funktionelle Schicht aufgebracht werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem im Verfahrensschritt A) die erste Elektrodenschicht mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens erzeugt wird,

30 - bei dem im Verfahrensschritt C) die zweite elektrisch leitende Schicht oder die zweiten Elektrodenstreifen (25) durch eine Schattenmaske hindurch aufgedampft werden.

35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- bei dem vor dem Verfahrensschritt C) und/oder B) in einem Verfahrensschritt B1) Abstandhalter (15) erzeugt werden,



- bei dem im Verfahrensschritt C) die Abstandhalter (15) einen Kontakt zwischen der funktionellen Schicht (20) und einem für den Übertrag der zweiten elektrisch leitenden Schicht verantwortlichen Teils (6) einer Druckvorrichtung, verhindern.

5

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem im Verfahrensschritt B1) die Abstandhalter (15) zu streifenförmigen Stegen strukturiert werden.

10

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem im Verfahrensschritt B) die funktionelle Schicht mittels eines Druckverfahrens erzeugt wird.

15

8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem die funktionelle Schicht mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens erzeugt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

- bei dem die funktionelle Schicht aufgeschleudert wird (Spincoating).

20

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 7 bis 9,

- bei dem im Verfahrensschritt A) erste Elektrodenstreifen mittels eines kontaktbehafteten Druckverfahrens auf dem Substrat erzeugt werden,
- bei dem vor den Verfahrensschritten B) und/oder C) in einem Verfahrensschritt B2) streifenförmige Stege mit überhängenden Kantenformen strukturiert werden, die quer zu den ersten Elektrodenstreifen verlaufen,
- bei dem im Verfahrensschritt C) eine Metallschicht großflächig aufgebracht wird, wobei sie durch die streifenförmigen Stege zu zweiten Elektrodenstreifen strukturiert wird.

25

30

35

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem im Verfahrensschritt A) und/oder C) für die erste und/oder zweite elektrisch leitende Schicht oder Elektrodenstreifen eine Substanz verwendet wird, die aus folgenden Gruppen ausgewählt ist:

- 5       a) Metallpasten,
- b) Metalloxidpasten,
- c) Elektrisch leitfähige Polymere.

12.Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die  
10       oben genannten Gruppen folgende Substanzen umfassen:

- a) Lotpasten mit Zinn, Blei oder Silber,
- b) Indium-Zinn-Oxid-Pasten,
- c) Polyanilin (PANI), Polyethylenedioxythiophen (PEDOT)  
oder Gemische aus PEDOT und Polystyrolsulfonsäure (PSS).

13.Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 10,

- bei dem für die zweite Elektrodenschicht oder Elektrodenstreifen unedle Metalle verwendet werden.

14.Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem Calcium, Barium oder Magnesium verwendet werden.

15.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem im Verfahrensschritt A) und/oder C) als  
25       kontaktbehaftete Druckverfahren Flexodruck, Durchdruck,  
Tampondruck, Thermotransferdruck, Offsetdruck oder Hoch-  
und Tiefdruck eingesetzt werden.

16.Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

- 30       - bei dem ein transparentes Substrat verwendet wird,
- bei dem eine transparente, elektrisch leitfähige erste Elektrodenschicht oder Elektrodenstreifen erzeugt werden.

17.Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 16,

- 35       - bei dem die dem Betrachter zugewandte Seite des Substrats  
(1) zumindest in Teilbereichen mattiert wird.

17

18.Organisches, elektrolumineszierendes Display hergestellt  
nach einem der vorherigen Ansprüche.

19.Flüssigkristall-Display hergestellt nach einem der  
5 Ansprüche 1 oder 2 oder 4 bis 17.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines organischen,  
elektrolumineszierenden Displays sowie ein organisches,  
5 elektrolumineszierendes Display

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Displays  
vorgeschlagen, bei dem eine erste Elektrodenschicht auf einem  
10 Substrat erzeugt wird, anschließend auf dieser Schicht  
funktionelle Schichten aufgebracht werden und danach eine  
zweite Elektrodenschicht auf der funktionellen Schicht  
erzeugt wird. Dabei wird die erste und/oder zweite  
Elektrodenschicht erfindungsgemäß mittels eines  
15 kontaktbehafteten Druckverfahrens großflächig oder  
strukturiert auf dem Substrat erzeugt.

Figur 1

Bezugszeichenliste

	1	Substrat
	5	erste Elektrodenstreifen
5	6	Druckerwalze
	15	Abstandhalter
	20A	druckfähige elektrolumineszierende Schicht
	20	elektrolumineszierende Schicht nach dem Trocknen
	25	zweite Elektrodenstreifen

Fig 1

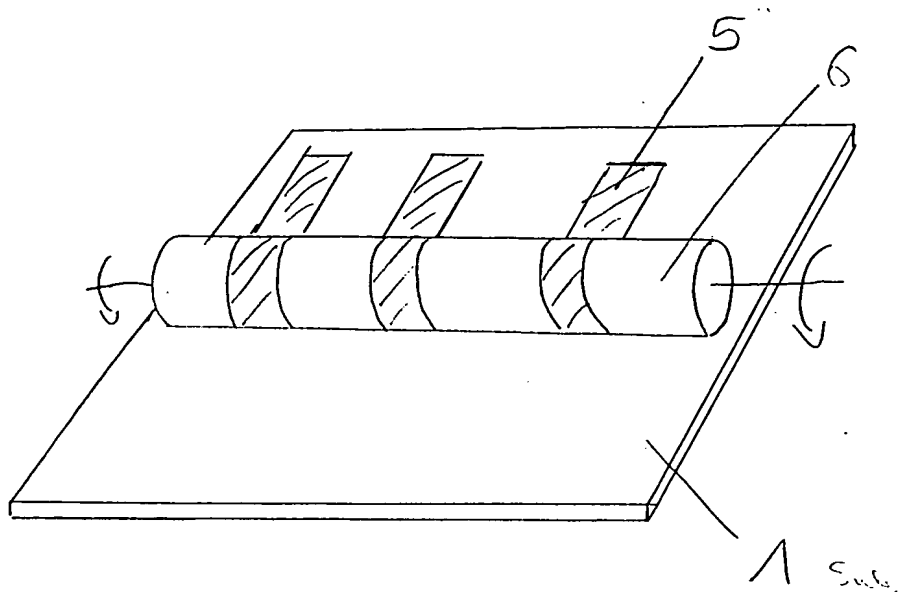


Fig. 2

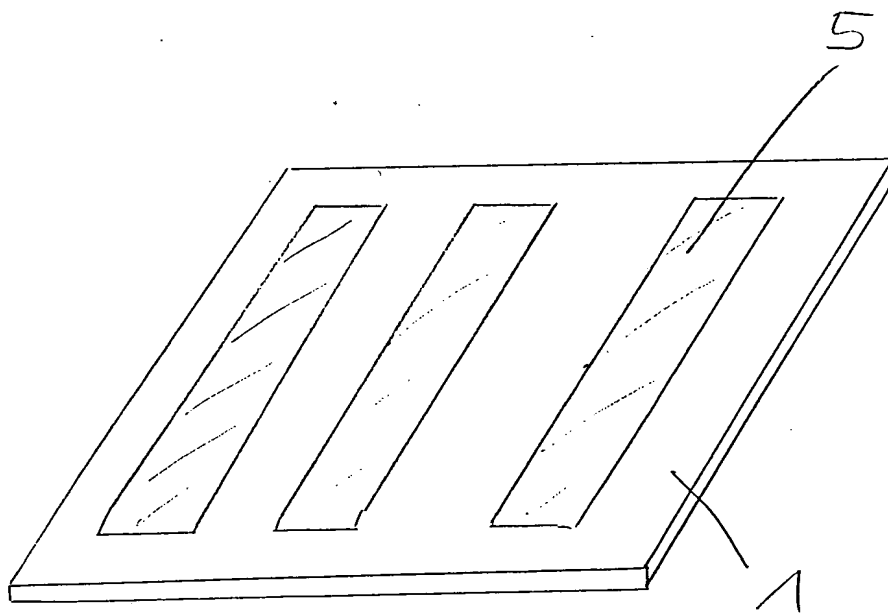


Fig. 3

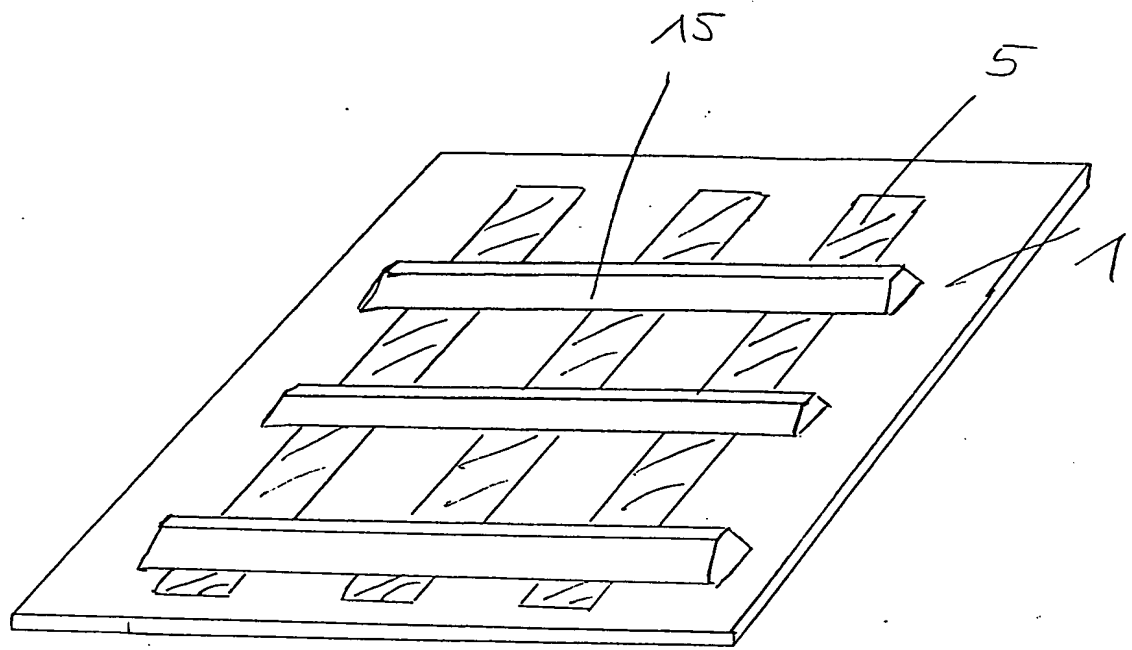


Fig. 4

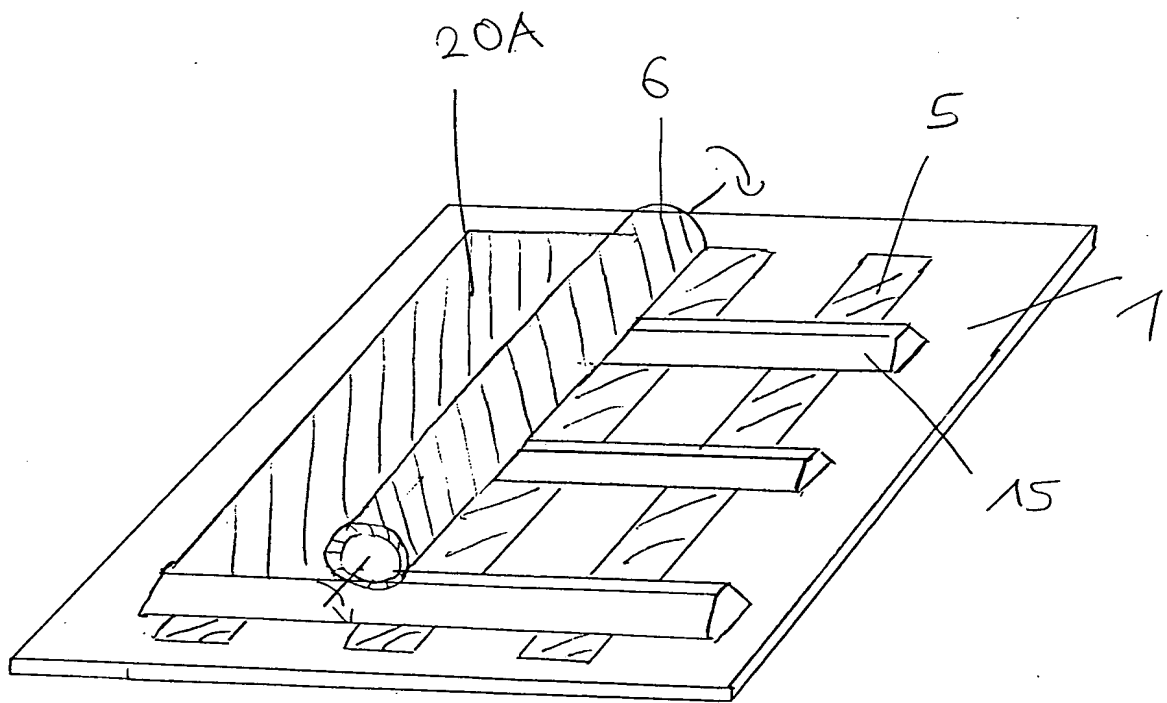


Fig 5

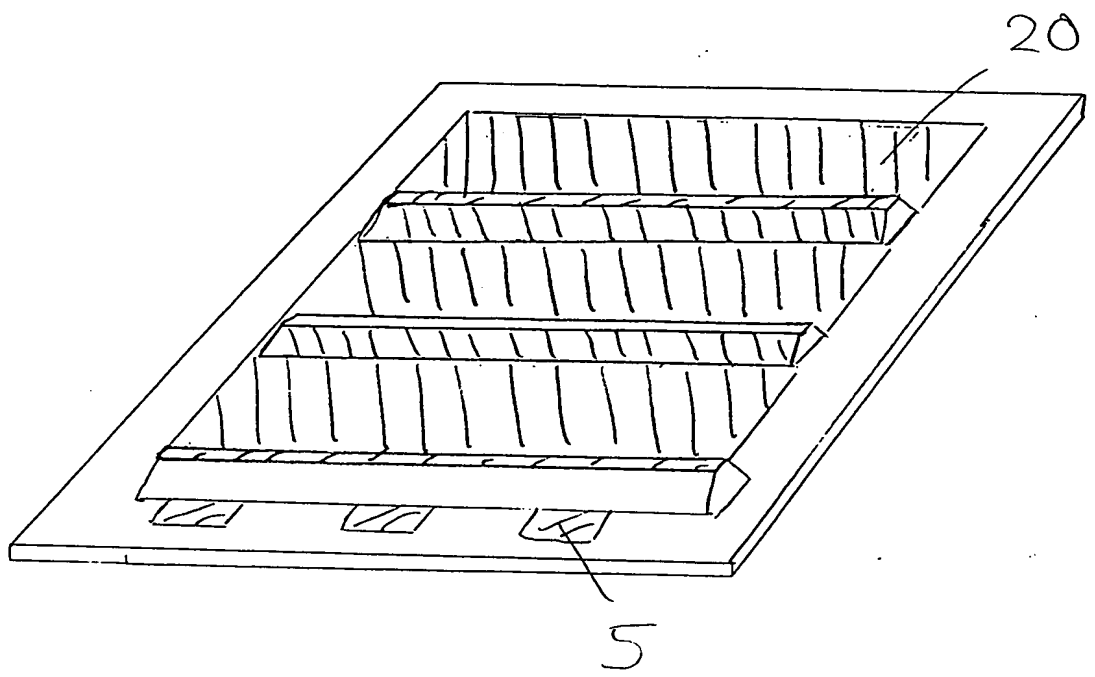


Fig 6

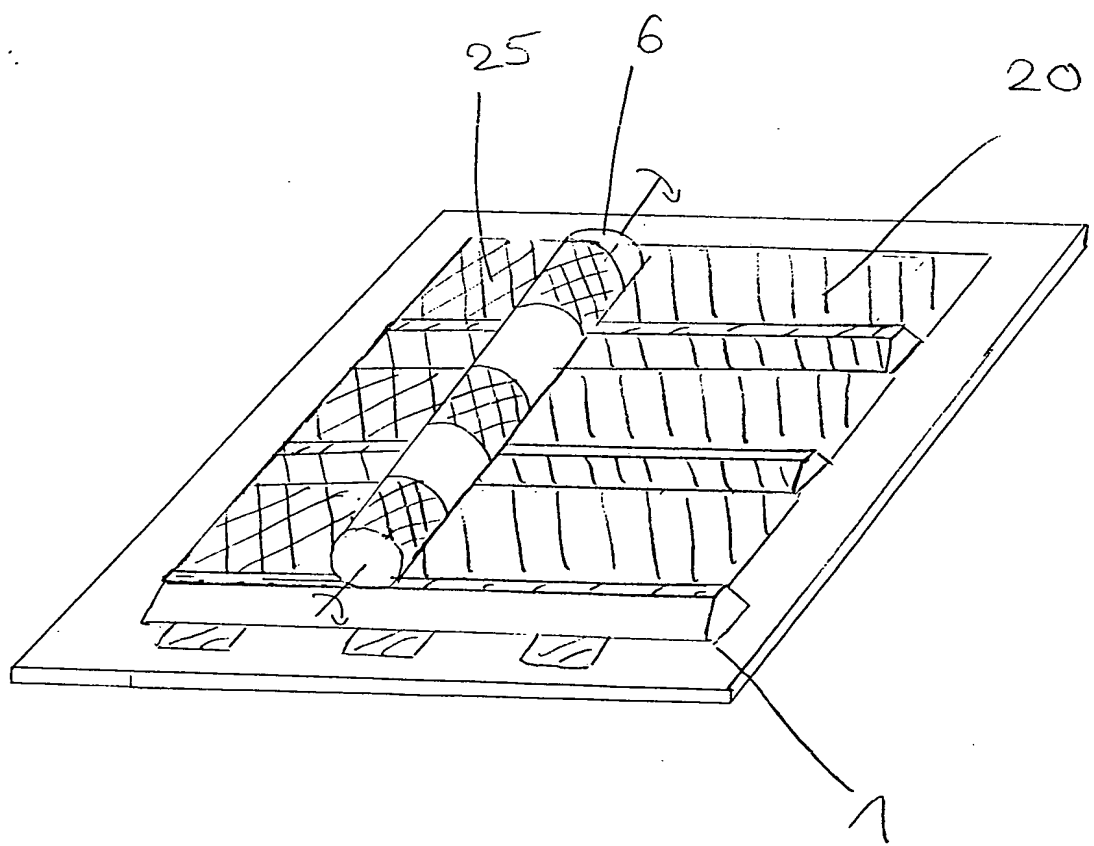




Fig. 7.

